

Argamassas Correntes: Influência do Tipo de Ligante e do Agregado



Paulina Faria
Universidade Nova de
Lisboa
mpr@fct.unl.pt



Fernando M. A. Henriques
Universidade Nova de
Lisboa
fh@fct.unl.pt



Vasco Moreira Rato
Universidade Nova de
Lisboa
vnmr@fct.unl.pt

Resumo: No presente trabalho compara-se genericamente o comportamento de argamassas correntes com base em diferentes ligantes minerais e de argamassas com o mesmo tipo de ligante mas em que parte do traço em areia de rio foi substituído por areia de areeiro. São apresentados os resultados dos vários ensaios de caracterização efectuados, numa perspectiva de adequação do comportamento das argamassas à situação particular da sua aplicação em reabilitação de edifícios, e nomeadamente de edifícios antigos, bem como considerações sobre as características específicas dessas argamassas, tendo em conta as particularidades dos tipos de suportes que esses edifícios apresentam.

Palavras-chave: argamassa, ligante, agregado, caracterização laboratorial.

1. INTRODUÇÃO

Perante situações concretas em que se requer a definição de uma argamassa para aplicação em obras de reabilitação, muitas dúvidas se colocam aos projectistas e construtores. Para o cumprimento das exigências requeridas (de protecção das paredes e de durabilidade intrínseca das argamassas) necessita-se que as argamassas apresentem características por vezes antagónicas. A argamassa mais adequada para uma aplicação específica terá, assim, de resultar de um compromisso entre as características que se considerem fundamentais para o caso em questão, directamente dependentes da função que vai desempenhar (argamassas de reboco, para o refecimento de juntas, para injeções de consolidação), do tipo e estado do substrato onde vai ser aplicada, das especificidades da aplicação e das condições ambientes em que vai decorrer a aplicação [1].

Apesar da informação já disponível no sentido de apoiar a preconização das argamassas em função da aplicação a que se destinam, é frequente a ocorrência de patologias que afectam, de forma por vezes determinante, a durabilidade dos edifícios. Nomeadamente no que se refere a argamassas para reabilitação de edifícios, há necessidade de alargar os conhecimentos sobre as suas características específicas.

Apresentam-se os resultados preliminares de uma análise laboratorial realizada sobre diversas argamassas frequentemente utilizadas em obras de reabilitação, incorporando

como ligante cimento nacional (CEM II/B - L 32.5 N), cal hidráulica nacional (NHL 5), cal hidráulica natural branca produzida na europa (NHL 3,5-Z), cal aérea hidratada (CL-S)¹ ou misturas destes ligantes. Como agregado utilizou-se exclusivamente areia de rio ou mistura, em partes iguais, desta areia com areia de areeiro. Ambas as areias são de utilização corrente em obras na zona de Lisboa, apresentando granulometria apropriada para argamassas. Compararam-se laboratorialmente as diversas características obtidas com as argamassas de modo à escolha do tipo de argamassa a prescrever para uma dada obra poder ser melhor fundamentada.

2. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

A análise experimental efectuada foi baseada, sempre que possível, nos documentos normativos disponíveis. Contudo, e tendo em conta que frequentemente essas fontes não são adequadas para argamassas à base de cal, nem contemplam ensaios específicos para a avaliação do comportamento das argamassa em edifícios antigos [2], foram utilizadas especificações de ensaio próprias implementadas desde há longos anos pela equipa de investigação que é autora deste trabalho [3].

2.1 Constituintes, Traços e Realização das Argamassas

Procedeu-se à realização de uma série de argamassas correntemente utilizadas nos estaleiros de obras de reabilitação, variando os tipos de ligante, as combinações e as proporções entre eles. Em termos de agregado, as argamassas foram realizadas exclusivamente com areia de rio ou envolvendo em partes iguais areia de rio e de areeiro. As argamassas foram realizadas com os traços volumétricos de uma parte de ligante para quatro de areia (quando o ligante único era hidráulico) e de uma parte de ligante para três de areia (quando o ligante era aéreo ou de cal hidráulica branca ou quando se tratava de mistura bastarda de ligante hidráulico e aéreo).

Todas as argamassas foram realizadas em laboratório, com amassadura e compactação mecânicas. As amassaduras efectuaram-se sempre de acordo com os mesmos procedimentos (de colocação dos materiais, tipo de amassadura e tempo de amassadura), independentemente dos tipos de ligantes utilizados. Executou-se uma amassadura “rápida”, mais adequada para argamassas com ligantes hidráulicos, logo menos vantajosa para argamassas envolvendo ligantes aéreos (que adquirem melhores características quando resultantes de amassaduras mais prolongadas).

2.2 Caracterização das Argamassas Frescas

A cada argamassa foi adicionada uma quantidade de água de modo a obter-se um espalhamento entre 60% e 75%. Esta gama alargada de espalhamentos justificou-se pelas especificidades das diferentes argamassas realizadas. A avaliação da influência da água foi realizada através da determinação da consistência por espalhamento, seguindo os procedimentos da ficha de ensaio Fe 25 [3], semelhantes aos da norma EN 1015-3 [4].

A retenção de água de cada amassadura foi determinada de acordo com a ficha de ensaio Fe32 [3], com base na norma EN 1015-8: 1998 [5], através da avaliação do acréscimo de massa ocorrida num conjunto de folhas de papel de filtro que ficam sob um determinado volume de argamassa fresca durante um período de tempo definido.

¹ Não foi possível obter a classe da cal aérea hidratada, por não se ter acesso ao controlo estatístico da qualidade do produtor.

Apresentam-se no quadro 1 as diferentes argamassas realizadas e no quadro 2 as respectivas relações entre a água de amassadura e a massa dos constituintes secos, a consistência por espalhamento obtida e a correspondente retenção de água das argamassas frescas.

Quadro 1 - Constituição das argamassas com areia de rio (ar) e com mistura de areias (ar+aa)

Argam. (ar)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
Cimento	1	1	1	1			1		
Cal aérea		1	2	3		1			1
Cal hidráulica					1	1	1		
Cal Lafarge								1	
Ar. de rio	4	6	9	12	4	6	6	3	3

Argam. (ar+aa)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
Cimento	1	1	1	1			1		
Cal aérea		1	2	3		1			1
Cal hidráulica					1	1	1		
Cal Lafarge								1	
Ar. de rio	2	3	4,5	6	2	3	3	1,5	1,5
Ar. areeiro	2	3	4,5	6	2	3	3	1,5	1,5

Quadro 2 - Relações ponderais entre água de amassadura e constituintes sólidos ou ligante, número de adições de água, consistência por espalhamento e retenção de água

Argam. (ar)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
Ág/sólidos	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,17	0,23
Água/ligante	1,12	1,25	1,56	1,64	1,44	1,53	0,98	0,88	2,71
Nº adições água	*	1	1	1	1	*	1	1	1
Espalham. (%)	71	63	73	63	63	59	63	63	61
Retenção (%)	83	86	87	86	86	88	89	93	90

Argam. (ar+aa)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
Ág/sólidos	0,26	0,18	0,19	0,18	0,20	0,20	0,19	0,17	0,23
Água/ligante	0,92	1,15	1,37	1,47	1,40	1,46	0,93	0,87	2,65
Nº adições água	2	1	1	1	*	2	1	*	*
Espalham. (%)	66	71	73	65	66	64	65	64	63
Retenção (%)	87	88	88	90	93	95	93	-	92

* Argamassas sujeitas a mais do que duas adições de água para terem o espalhamento pretendido

2.3 Preparação dos Provetes e Condições de Cura

Procedeu-se à realização de três provetes prismáticos de 40mm x 40mm x 160mm e três circulares com 10mm de espessura por amassadura, que ficaram em cura em sala condicionada a 20°C e 65% de humidade relativa (os primeiros cinco dias dentro do respectivo molde e até cinco dias antes da data de ensaio).

Em cada data de ensaio (28d e 60d), três provetes prismáticos de cada amassadura foram submetidos a ensaios para determinação do módulo de elasticidade e da resistência à flexão. Três meios provetes resultantes da flexão foram utilizados para avaliação da resistência à compressão e três pedaços íntegros, resultantes da compressão de cada argamassa, foram submetidos à determinação da massa volúmica aparente e da porosidade aberta. As outras três metades de provetes foram utilizadas para aferição do comportamento face à capilaridade. Os três provetes circulares foram submetidos à determinação da permeabilidade ao vapor de água.

2.4 Resistências Mecânicas

As resistências mecânicas das argamassas foram avaliadas em termos de módulo de elasticidade dinâmico, resistências à tracção por flexão e à compressão.

2.4.1 Módulo de elasticidade dinâmico

O módulo de elasticidade dinâmico é a inclinação da tangente à curva tensão-deformação relativa a esforços provocados por cargas com grande velocidade de aplicação. A sua determinação realizou-se através de equipamento que emite ultra-sons para o estabelecimento da frequência de ressonância longitudinal do provete de ensaio, de acordo com a ficha de ensaio Fe08 [3] e a norma EN 14146: 2004 [6].

2.4.2 Resistências à tracção por flexão e à compressão

As resistências à tracção por flexão e à compressão determinaram-se através de ensaio numa máquina de tracção universal, seguindo todos os procedimentos especificados na ficha de ensaio Fe27 [3], de acordo com a norma EN 1015-11:1999 [7]. Determinou-se a resistência à compressão de meios primas resultantes do ensaio de resistência à flexão.

As resistências mecânicas foram avaliadas aos 28 dias de idade das argamassas, excepto relativamente às argamassas só com ligante aéreo (ca3 só com areia de rio e com areia de rio e de areeiro) que foram ensaiadas aos 60 dias de idade dos provetes. Os valores apresentados no quadro 3 representam a média das resistências mecânicas determinadas a partir de ensaio de um mínimo de três provetes.

Quadro 3 – Módulo de elasticidade dinâmico, resistências à tracção e à compressão

Argam. (ar)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
E (MPa)	7041	4455	2321	1762	697	2231	6972	6087	1906
Rt (MPa)	1,71	1,05	0,47	0,33	0,10	0,36	1,65	1,21	0,21
Rc (MPa)	6,17	3,64	1,14	1,02	0,30	0,89	7,04	2,15	0,56

Argam. (ar+aa)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
E (MPa)	10089	6667	4548	3607	1519	2463	9543	6458	2332
Rt (MPa)	2,48	1,62	0,84	0,72	0,28	0,39	2,54	1,43	0,32
Rc (MPa)	11,78	6,58	3,30	2,67	0,89	0,92	9,69	2,82	0,95

2.5 Massa Volúmica Aparente e Porosidade Aberta

Aos 60 dias de idade das argamassas só com ligante aéreo e aos 28 dias das restantes foi avaliada a massa volúmica aparente e a porosidade aberta. Determinaram-se a partir de três provetes de cada argamassa, após realização do respectivo ensaio de resistência à compressão. Foi introduzida água nos provetes até à saturação sob acção de vácuo e realizada a pesagem hidrostática, seguindo o especificado nas fichas de ensaio Fe01 e Fe02 [3], de acordo com a norma NP EN 1936: 2001 [8]. Os resultados obtidos são apresentados no quadro 4.

2.6 Comportamento Face à Água

O comportamento face à água foi avaliado em termos da permeabilidade ao vapor de água e da absorção capilar.

2.6.1 Permeabilidade ao vapor de água

A permeabilidade ao vapor de água foi determinada a partir do conhecimento das quantidades de vapor de água difundidas através de provetes de argamassa colocados entre dois ambientes com condições higrométricas diferentes (no caso em questão, em que se utilizou o método da cápsula húmida, entre ambiente saturado em humidade criado dentro da cápsula e ambiente a 40% de HR estabelecido numa câmara climática). O ensaio foi realizado a três provetes de cada argamassa com 8 a 10 meses de idade, de acordo com os procedimentos definidos na Fe05 [3], baseada na norma NP EN 1015-19: 2000 [9]. Os resultados obtidos são apresentados no quadro 5.

Quadro 4 – Massa volúmica aparente e porosidade aberta

Argam. (ar)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
MVap (kg/m ³)	1916±17	1829±5	1754±7	1744±19	1778±10	1759±3	1935±16	1906±5	1697±22
Pab (%)	27±1	30±0	33±0	34±1	32±0	33±0	26±1	27±0	36±0

Argam. (ar+aa)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
MVap (kg/m ³)	1956±12	1886±8	1825±50	1836±4	1794±5	1792±8	1949±9	1929±2	1948±39
Pab (%)	25±0	28±0	29±1	30±0	32±0	32±1	26±0	27±0	29±2

Quad. 5 – Permeabilidade ao vapor de água, coeficiente de capilaridade e valor assintótico

Argam. (ar)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3
Perm.vap.ág. (10 ⁻¹¹ kg/m.s.Pa)	1.49	1.54	1.70	1.95	2.07	1.87	1.38	1.44	2.13
Coef.Capilar. (kg/m ² .s ^{0.5})	0.182	0.294	0.371	0.367	0.282	0.193	0.162	0.217	0.252
Valor Assint. (kg/m ²)	19.90	21.59	23.17	23.01	18.72	17.95	18.41	15.02	18.03

Argam. (ar+aa)	ci4	cica6	cica9	cica12	ch4	chca6	cich6	cL3	ca3*
Perm.vap.ág. (10 ⁻¹¹ kg/m.s.Pa)	0.90	1.19	1.49	1.28	1.60	1.62	1.00	1.34	1.61
Coef.Capilar. (kg/m ² .s ^{0.5})	0.110	0.165	0.205	0.197	0.248	0.203	0.115	0.187	0.226
Valor Assint. (kg/m ²)	19.21	21.18	20.11	18.73	18.38	18.31	19.99	17.02	18.2

* - determinado para formulação com introdução de pigmento

2.6.2 Absorção de água por capilaridade

A absorção de água por capilaridade foi avaliada aos 28 dias de idade de seis meios provetes de cada argamassa (excepto no caso das argamassas só com ligante aéreo ca3, em que essa determinação se realizou aos 60 dias de idade). Este ensaio realizou-se através da imersão em 2 mm de água, em ambiente saturado, do topo de prismas de argamassa em condições de massa constante. Avaliou-se a massa de água absorvida por capilaridade ao longo do tempo, por unidade da superfície da base em contacto com a água. Realizou-se de acordo com os procedimentos especificados na ficha de ensaio Fe06 [3], semelhantes aos preconizados na norma NP EN 1925: 2000 [10]. Determinou-se o coeficiente de capilaridade, que traduz a velocidade com que essa absorção de água se processa nos instantes iniciais, e o valor assintótico, que traduz a quantidade máxima de

água absorvida por capilaridade. O ensaio terminou quando este valor assintótico foi atingido (variação de massa inferior a 1% em 24 horas). O gráfico da variação de massa por unidade de superfície imersa ao longo do ensaio, em função da raiz quadrada do tempo, é apresentado na figura 1 e os resultados obtidos são apresentados no quadro 5.

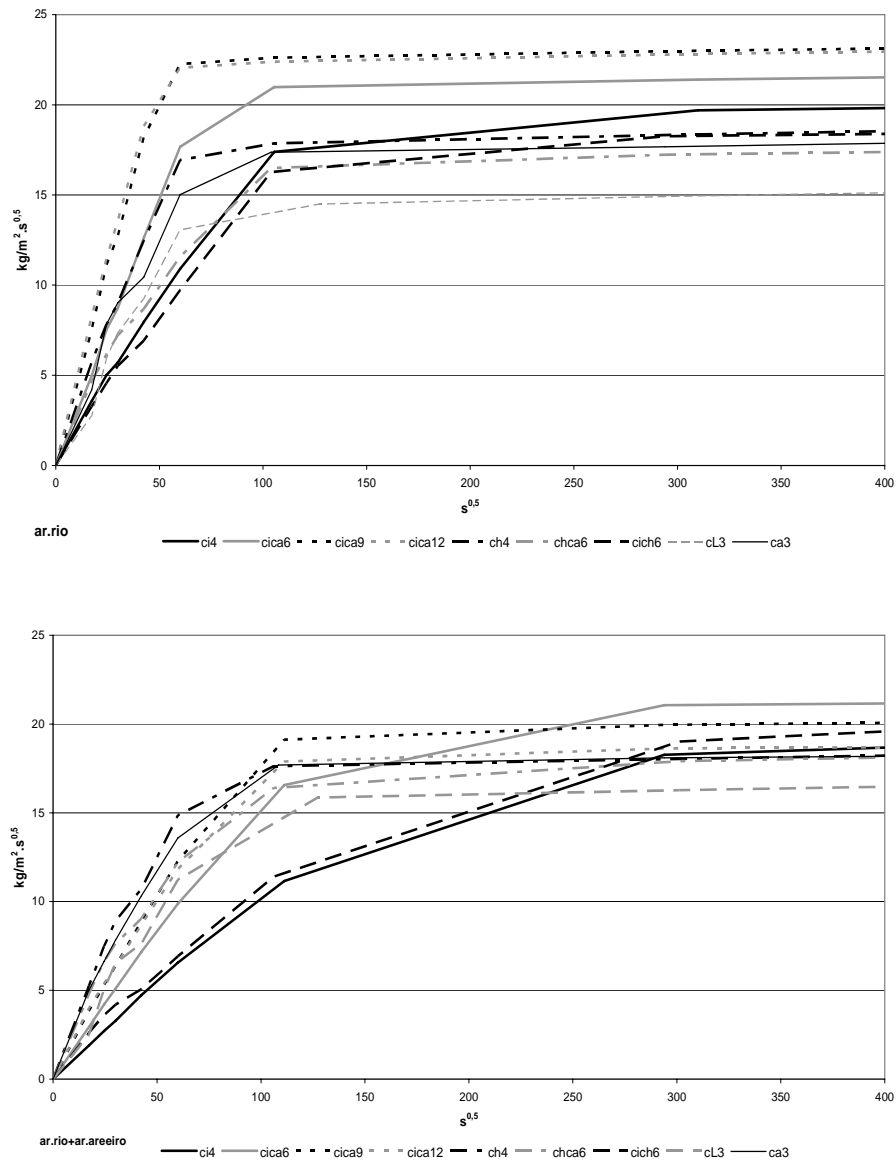


Fig. 1 – Absorção capilar das argamassas com areia de rio e com mistura de areias

2.7 Análise dos Resultados

Vão tecer-se algumas considerações relativas aos resultados obtidos na campanha experimental.

Considera-se que a relação ponderal água/constituintes sólidos registada (fig.2) tem tendência a ser superior ao valor real quando, na realização das argamassas, se procedeu a adições sucessivas de água para se atingir o espalhamento pretendido (caso das argamassas ci4 e chca6, só com areia de rio e das argamassas ch4, cL3 e ca3 com areia de rio e de areeiro). Com base nesta apreciação e nos resultados obtidos, verifica-se que a relação tem tendência a ser maior nas argamassas em que o agregado é apenas constituído por areia de rio. Dessa forma, quando se introduz agregado misto necessita-se de menor quantidade de água para obtenção de um dado espalhamento. Nas argamassas bastardas com base em cimento parece haver tendência para aumento da quantidade de água utilizada com a introdução das cais. A alta relação obtida no caso das argamassas exclusivamente com cal aérea deve-se à elevada superfície específica deste ligante, de que resulta o facto de este tipo de argamassas, devido à sua boa trabalhabilidade, dever ser executado (e aplicado em condições reais) com uma consistência por espalhamento muito inferior às das restantes argamassas e, conseqüentemente, necessitar de menor quantidade de água de amassadura.

No que respeita à relação ponderal água/ligante (fig.2) verifica-se que esta é sempre superior em argamassas que contém apenas areia de rio, que a relação aumenta em argamassas bastardas, à medida que se vai introduzindo cal aérea em traços de argamassas hidráulicas e sobressai a elevada relação água/ligante nas argamassas só de cal aérea.

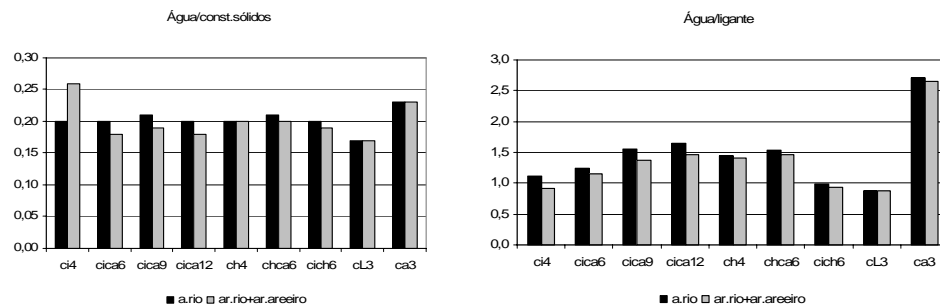


Fig.2 – Relações ponderais água/constituintes sólidos e água/ligante

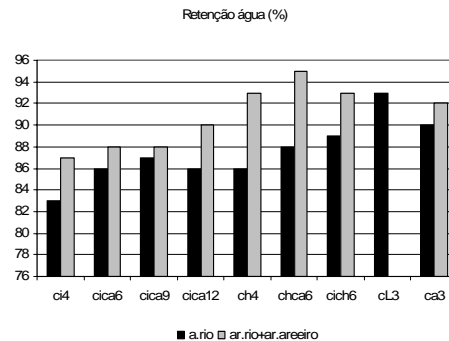


Fig.3 - Retenção de água

Verifica-se ainda que, de um modo geral, a consistência obtida nas argamassas incorporando agregado misto é ligeiramente superior às correspondentes argamassas que incluem apenas areia de rio (fig.3).

Os resultados do ensaio de retenção de água (fig.3) apresentam uma tendência clara no sentido desta ser superior em argamassas com agregado misto (de rio e de areiro) comparativamente a argamassas só com areia de rio. Tal situação talvez possa ser atribuída à maior presença de argila no agregado.

No que respeita aos resultados da determinação do módulo de elasticidade dinâmico (E – fig.4) verifica-se que: é mais elevado nas argamassas que incluem areia de areiro comparativamente às correspondentes argamassas efectuadas apenas com areia de rio; que no caso das argamassas bastardas com base em cimento, o E diminui com a introdução da cal (aérea ou hidráulica); que o valor de E da argamassa só com cal hidráulica é muito baixo e aumenta com a introdução de cal aérea em argamassa bastarda com os dois tipos de cais. Tal como a argamassa só de cimento, a argamassa bastarda de cimento e cal hidráulica apresenta um E também muito elevado, denotando uma baixa deformabilidade.

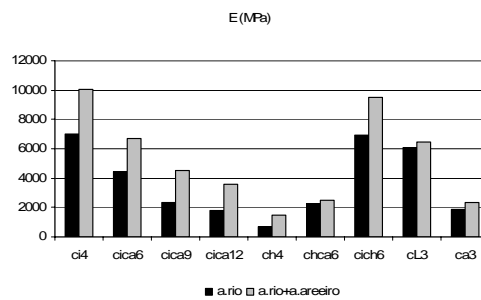


Fig.4 - Módulo de elasticidade dinâmico

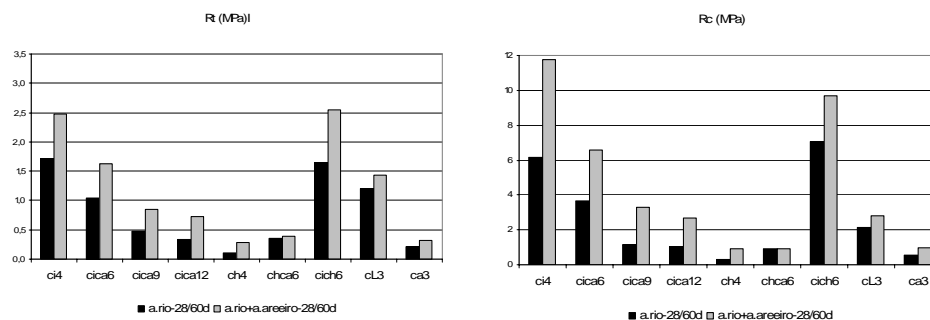


Fig.5 – Resistências à tracção por flexão e à compressão

No que respeita aos resultados da determinação da resistência à tracção por flexão (R_t – fig.5) verifica-se que: é mais elevada nas argamassas que incluem areia de areiro comparativamente às correspondentes argamassas efectuadas apenas com areia de rio; que, como seria espectável, essa característica sofre incremento com a evolução da idade das argamassas. Os valores mais baixos são obtidos com as argamassas de cal hidráulica,

em grande parte devido ao traço (fraco em ligante) escolhido para a argamassa. Como era esperado, constata-se uma diminuição proporcional das resistências com a introdução de cal aérea nas argamassas com base em cimento.

No que concerne os resultados da determinação da resistência à compressão (R_c – fig.5) verifica-se que: é mais elevada nas argamassas que incluem areia de areeiro comparativamente às correspondentes argamassas efectuadas apenas com areia de rio; também se regista uma diminuição proporcional das resistências com a introdução de cal aérea nas argamassas com base em cimento. As argamassas de cal hidráulica apresentam as resistências mais baixas mas sobressaem as argamassas bastardas de cimento e cal hidráulica com altas resistências à compressão.

Quanto à massa volúmica aparente e à porosidade aberta (MVap e Pab – fig.6) constata-se que a primeira é sempre superior quando a argamassa contém também areia de areeiro, verificando-se tendência inversa quanto à porosidade aberta. As argamassas com mistura de areias têm tendência a resultar mais compactas.

Em termos dos ligantes utilizados, a compacidade das argamassas bastardas de cimento e cal aérea diminui com a introdução crescente de cal aérea. É elevada nas argamassas bastardas de cimento e cal hidráulica e de cal hidráulica branca.

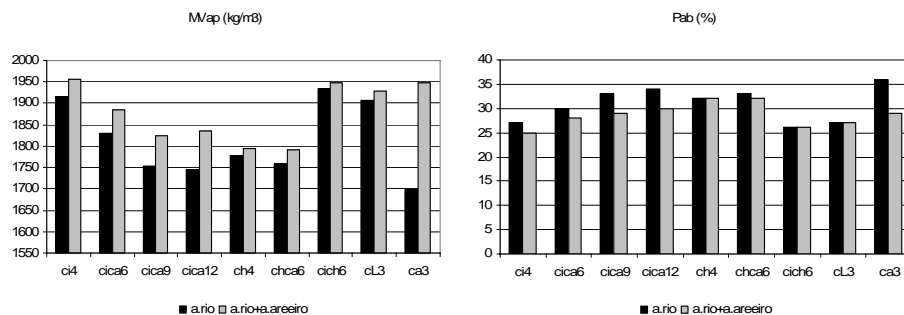


Fig.6 – Massa volúmica aparente e porosidade aberta

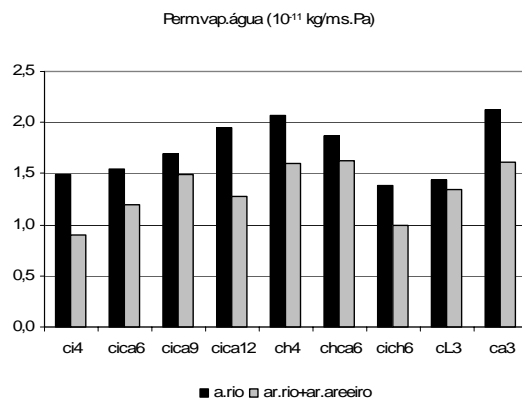


Fig.7 - Permeabilidade ao vapor de água

A determinação da permeabilidade ao vapor de água das argamassas permitiu verificar que as argamassas só com areia de rio indiciam ser mais permeáveis que as correspondentes argamassas com agregado misto (fig.7). Constatou-se ainda que, de um modo geral, a permeabilidade ao vapor de água vai aumentando com a introdução de cal aérea em argamassas bastardas de cimento e que as argamassas de cimento registam as menores permeabilidades ao vapor de água.

Comparativamente aos resultados da porosidade aberta, constata-se que esta e a permeabilidade ao vapor de água estão directamente relacionadas.

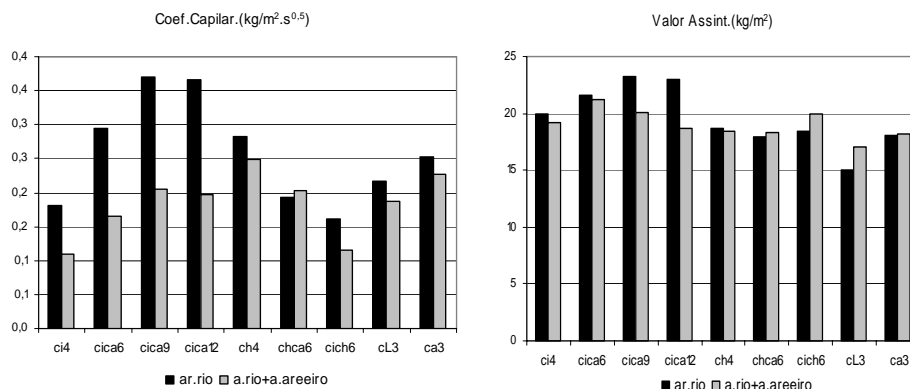


Fig.8 - Absorção capilar

Em termos do coeficiente de capilaridade, que traduz a velocidade com que se desenvolve a absorção capilar nos primeiros instantes de contacto com a água, verifica-se geralmente a ocorrência de valores mais elevados nas argamassas só com areia de rio, comparativamente às realizadas com agregado misto (fig.8). Essa diferença é particularmente mais visível no caso das argamassas bastardas de cimento e cal aérea e na argamassa só de cimento. Os menores coeficientes de capilaridade são apresentados pelas argamassas só de ligantes hidráulicos (de cimento e bastardas de cimento e cal hidráulica).

Relativamente ao valor assintótico, que representa a quantidade total de água absorvida por capilaridade, constata-se que as argamassas de cimento e bastardas de cimento e cal aérea absorvem maior quantidade de água total que todas as restantes, e que essa quantidade diminui nas argamassas de agregado misto (fig.8). As argamassas que apresentam menor absorção capilar são as argamassas com cal hidráulica branca e as de cal aérea. No caso das argamassas de cal aérea, de cal hidráulica branca e bastardas com cal hidráulica, a quantidade total de água absorvida aumenta com a introdução de areia de areeiro.

Comparando as características de capilaridade obtidas, quer em termos de absorção inicial como de absorção a mais longo prazo, verifica-se que, deste ponto de vista, as argamassas bastardas de cimento e cal aérea são as que apresentam tendência para comportamentos mais desfavoráveis.

Interessa cruzar a tendência de comportamento face à água líquida com as características de permeabilidade ao vapor de água, no sentido de aferir a facilidade com que a água absorvida por capilaridade poderá dissipar-se por evaporação. Considerando que uma

mais elevada permeabilidade ao vapor de água facilita a evaporação da água absorvida e a consequente secagem da parede, sobressaem pela positiva as argamassas de cal aérea, de cal hidráulica branca, de cal hidráulica e bastardas de cais.

3. DISCUSSÃO

De entre os traços de argamassas analisados constatou-se que o traço escolhido para a argamassa só com cal hidráulica (idêntico ao da argamassa só com cimento) tornou-a não directamente comparável.

Constatou-se ainda que as argamassas de cimento e bastardas com traço elevado em cimento indiciam apresentar resistências mecânicas demasiado elevadas para poderem ser aplicadas em determinados tipos de suportes, sem colocar em risco a sua função de protecção destes. Com efeito, e como é do conhecimento geral, a sua utilização em sistemas de reboco deve ser realizada através da aplicação de camadas múltiplas, devendo as resistências mecânicas ser decrescentes desde o suporte até à última camada. Nesse sentido, qualquer suporte só deverá ser revestido por uma argamassa que tenha resistências mecânicas que não ultrapassem as do próprio suporte, e cada camada de argamassa só deverá ser recoberta por outra que também não ultrapasse as suas resistências.

A mistura de areias parece contribuir para o aumento das resistências mecânicas das argamassas, o que não sendo um factor positivo para as argamassas com comportamento mais hidráulico, poderá ter um efeito benéfico para as argamassas aéreas ou com cal hidráulica branca. Esse incremento das resistências mecânicas pode encontrar justificação na maior compacidade dessas argamassas (justificada pela menor quantidade de água de amassadura necessária para obtenção de consistência por espalhamento equivalente). Por sua vez, esta maior compacidade das argamassas com mistura de areias induz uma redução na sua permeabilidade ao vapor de água. Esta maior dificuldade na eliminação da humidade pode ser um factor condicionante no caso das argamassas hidráulicas (menos permeáveis ao vapor de água), colocando em causa a necessária protecção do suporte.

A maior compacidade das argamassas com mistura de areias de rio e de areeiro parece contribuir também para uma redução da absorção capilar de água, tanto ao nível da velocidade de absorção nos instantes iniciais como em termos de absorção total.

4. CONCLUSÕES

Do estudo preliminar aqui apresentado parece poder inferir-se que:

- para a maior parte das aplicações de argamassas na reabilitação de edifícios, traços fortes em cimento não são adequados por registarem resistências mecânicas demasiado elevadas (que podem causar o desenvolvimento de tensões internas nos suportes e conduzir à sua degradação) e reduzida permeabilidade ao vapor de água; é ainda conhecido que contribuem para a libertação de sais solúveis;
- a utilização parcial de areia de areeiro (juntamente com areia de rio) parece ser benéfica em termos de redução da quantidade de água de amassadura, aumento da compacidade das argamassas, incremento das suas resistências mecânicas e redução da absorção capilar;

- devido à contribuição negativa das argamassas realizadas com areia de areeiro face à estabilidade dimensional, a introdução dessa areia nas argamassas deve ser apenas parcial.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração laboratorial dos antigos alunos e actuais engenheiros civis Ana Sofia Cruz, Ana Brás, Paula Albuquerque e Luís Vaz.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Faria-Rodrigues, P.; Henriques, F. A., *Current mortars in conservation: an overview*. International Journal for Restoration 10 (2004) 609-620.
- [2] Henriques, F. A.; Charola, A. E., *Comparative study of standard test procedures for mortars*, in Josef Riederer (ed.), *Proceedings of the 8th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*. Berlin, 1996, 1521-1528.
- [3] Henriques, F. A., *Pedras naturais e artificiais. Análise de argamassas. Fichas de Ensaio Fe 01, 02, 05, 06, 08, 25, 27, 32*. Caparica, Universidade Nova de Lisboa, 1996-2006.
- [4] CEN, *Methods of test for mortar for masonry – Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)*. Brussels, EN 1015-3:1999.
- [5] CEN, *Methods of test for mortar for masonry – Part 8: Determination of water retentivity of fresh mortar*. Brussels, EN 1015-8:1998.
- [6] CEN, *Natural stone test methods. Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency)*. Brussels, EN 14146: 2004.
- [7] CEN, *Methods of test for mortar for masonry – Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar*. Brussels, EN 1015-11:1999.
- [8] IPQ, *Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação das massas volúmicas real e aparente e das porosidades total e aberta*. Lisboa, NP EN 1936: 2001.
- [9] IPQ, *Métodos de ensaio de argamassas para alvenaria – Parte 19: Determinação da permeabilidade ao vapor de água de argamassas de reboco endurecidas*. Lisboa, NP EN 1015-19:2000.
- [10] IPQ, *Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação do coeficiente de absorção de água por capilaridade*. Lisboa, NP EN 1925: 2000.

In 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, Lisboa, APFAC, Novembro 2007 (CD-rom)